Crypt. Tracts
(Fungi)
17 DEC. 1923

BEITRÄGE

ZUR

BIOLOGIE DER UREDINEEN

(PHRAGMIDIUM SUBCORTICIUM [SCHRANK] WINTER
PUCCINIA CARICIS MONTANAE ED. FISCHER).

BRITISH MUSEUM
B D
NATURAL HISTORY

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BERN

VORGELEGT VON

WALTER BANDI.

DRUCK VON C. HEINRICH, DRESDEN.

BEITRÄGE

ZUR

BIOLOGIE DER UREDINEEN

(PHRAGMIDIUM SUBCORTICIUM [SCHRANK] WINTER
PUCCINIA CARICIS MONTANAE ED. FISCHER).

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BERN

VORGELEGT VON

WALTER BANDI.

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT AUF ANTRAG DES HERRN PROF. DR ED. FISCHER ANGENOMMEN.

BERN, DEN 20. JULI 1903.

DER DEKAN:
PROF. DR HAAG.

17 DEC. 1923

Die vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1901 und 1902 im botanischen Institut der Universität Bern unter der Leitung von Herrn Prof. Dr Ed. Fischer ausgeführt.

Ich bin demselben für die zahlreichen wertvollen Ratschläge und Unterstützungen zu grossem Danke verpflichtet.

Ebenso spreche ich den Herren Dr E. Jacky, Bern, und Dr A. Volkart, Zürich, für ihre Zusendungen von Pilzmaterial, sowie Herrn Obergärtner Schenk und seinen Gehilfen für die Pflege der Versuchspflanzen an dieser Stelle den gebührenden Dank aus.

Einleitung.

Die vorliegenden Untersuchungen sollen ein Beitrag sein zu der Frage nach der Spezialisation bei den Rostpilzen. Dieselbe ist in neuerer Zeit Gegenstand zahlreicher Arbeiten gewesen. Es ist hier kurz zu erinnern an die diesbezüglichen Publikationen von Plowright, Magnus, Klebahn, Eriksson, Ed. Fischer und an andere.

Für eine ganze Reihe von Uredineen sind nun diese Untersuchungen noch nicht durchgeführt. Man darf aber annehmen, daß eine Spezialisation auch bei anderen Spezies, als den bisher untersuchten, nachgewiesen werden könne.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. Ed. Fischer stellte ich mir die Aufgabe, diese Untersuchung für zwei Arten durchzuführen. Im ersten Teil vorliegender Arbeit soll das für Phragmidium subcorticium (Schrank) Winter geschehen. Der zweite Teil befaßt sich sodann mit der Bearbeitung der Puccinia Caricis-montanae Ed. Fischer.

Bern, Botanisches Institut, November 1902.

I. Teil.

Phragmidium subcorticium (Schrank).

Die Untersuchungen Tulasnes[1]) waren die ersten, welche sich eingehend mit der Gattung Phragmidium beschäftigten. Insbesondere gilt dies von dem Rosen bewohnenden Phragmidium subcorticium (Schrank) Winter, welches Tulasne unter dem Namen Phragmidium incrassatum var. mucronatum Lk. beschrieb.

In den beiden Arbeiten aus den Jahren 1847 und 1854 gibt er eine Beschreibung der Sporenformen, allerdings mit Ausnahme der Aecidiosporen, welch letztere ihm noch nicht bekannt waren. Er schildert insbesondere die Keimung der Uredosporen, die er als Stylosporen bezeichnet; sodann beschreibt er auch den Vorgang bei der Keimung zweier Rubus bewohnender Spezies dieser Pilzgattung.

Weiterhin haben sich dann Schroeter[2]) und Fuckel[3]) über diesen Gegenstand ausgesprochen, ohne aber wertvollere Beiträge für die Kenntnis dieser Gattung geliefert zu haben.

Sodann war es Winter[4]), welcher, nachdem die Aecidiengeneration bekannt war, den Zusammenhang der verschiedenen Generationen feststellte. Nach ihm besteht der Rost auf den Rosenarten in Mitteleuropa aus folgenden Arten: 1. Phragmidium subcorticium (Schrank) Winter. 2. Phragm. Rosae alpinae (D. C.) Winter (syn. Phragm. fusiforme Schroet.). Nach den weiteren Untersuchungen, die Julius Müller[5]) über diesen Gegenstand veröffentlicht hat, kommt noch dazu Phragmidium tuberculatum J. Müller. Diese Art lebt nach den bisherigen Kenntnissen auf Rosa canina, cinnamomea und glauca. Endlich ist aus England und Belgien eine weitere Spezies beschrieben worden; es ist das Phragmidium bullatum Westend., welches Rosa centifolia und canina bewohnt.

---

[1]) Tulasne. Memoires sur les Ustilaginées et les Uredinées. Ann. sc. nat. 3. Ser. Tom. VIII. Second. Mém. s. les Ustilaginées et les Uredinées. Ann. sc. nat. 4. Serie Tom. II.

[2]) Schroeter. Brand- und Rostpilze Schlesiens pag. 23.

[3]) Symbolae mycologicae p. 46.

[4]) Winter. Die Pilze Deutschlands etc. Vol. I. pag. 227—232. — Bemerkungen über einige Uredineen, Hedwigia 1880. No. 2. — Bemerkungen über einige Uredineen und Ustilagineen, Hedwigia 1880, No. 7.

[5]) J. Müller. Die Rostpilze der Rosa- und Rubusarten und die auf ihnen vorkommenden Parasiten. Thiels Landw. Jahrbücher, 15. Band, pag. 719 ff. Berlin 1886.

Weitere Untersuchungen über Phragm. subcorticium sind im botanischen Institut Bern angebahnt worden. Herr Prof. Ed. Fischer teilte mir gütigst mit, daß Herr Fritz Müller bei seinen Kulturversuchen Resultate erzielt hätte, welche auf eine Wiederholung der Caeomageneration schließen lassen. Diese Frage war aber weiterhin nicht verfolgt worden, es war daher wünschenswert, die erzielten Resultate einer Nachprüfung zu unterziehen, welche an die Hand zu nehmen ich mir zur Aufgabe stellte.

Im folgenden sei eine kurze Zusammenstellung der vier Rosenbewohnenden Phragmidium-Arten gegeben, soweit dies für die morphologische Unterscheidung derselben von Belang ist. Die Angaben für Phragm. subcorticium, fusiforme und tuberculatum beziehen sich auf die Untersuchungen von Julius Müller (l. c.), diejenigen von Phragm. bullatum habe ich aus Saccardo[1]) entnommen.

1. Phragmidium subcorticium (Schrank) Winter. Die Caeomaform erscheint Ende April und anfangs Mai auf den Blättern, Blattstielen und Stämmen der Nährpflanzen. Die Lager sind umgeben mit einem Kranz keulenförmiger Paraphysen, welche hellgelben Inhalt führen. Die Sporen werden in basipetaler Reihenfolge succedan abgeschnürt; sie sind in Kettenform angeordnet und in der Jugend durch vergängliche Zwischenzellen getrennt. Sie besitzen ein feinstacheliges bis fast glattes Episporium. Pykniden sind nur bei der blattbewohnenden Form beobachtet. Die Uredolager erscheinen im Nachsommer auf der Unterseite der Blätter in runden oder ovalen, blaßroten Häufchen von 0,75 mm Durchmesser. Die sie umgebenden Paraphysen stehen weniger dicht gedrängt und sind nicht ausgeprägt keulenförmig gestaltet. Die Uredosporen stehen einzeln, schnüren sich also nicht kettenförmig ab; sie sind von länglicher, eiförmiger Gestalt und besitzen eine feinstachelige Membran.

Die cylindrischen, seltener ovalen Teleutosporen sind 4—9, seltener wenigerzellig, 120 μ lang und 30 μ breit.

2. Phragmidium Rosae alpinae (DC.) Winter (syn. Phragmidium fusiforme Schroeter) kommt vor auf Rosa alpina und deren Bastarden. Die Caeomalager sehen denen von Phragm. subcorticium ähnlich, unterscheiden sich aber von ihnen durch die farblosen Paraphysen. Die Uredosporen sind kleiner als diejenigen voriger Spezies. Die Teleutosporen sind 7—13zellig, 120 μ lang und 30 μ breit.

3. Phragmidium tuberculatum Jul. Müller. Nach den Angaben Julius Müllers (l. c. pag. 729 ff.) gleichen die Caeomasporen in Gestalt und Größe denen von Phragmidium subcorticium, unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, daß sie auf Stämmen und Blattstielen nicht die dieser Art eigentümlichen Lager bilden, sondern

[1]) P. A. Saccardo. Sylloge Fungorum Vol. VII. (Pars. I) pag. 748.

auf die Blätter beschränkt bleiben. Während bei Phragm. subcorticium ihr Episporium nur sehr feine Stacheln trägt, ist es hier grobwarzig. Die Warzen selbst zeigen quadratischen bis rectangulären Querschnitt. Die Teleutosporen sind 4—6zellig.

4. Phragmidium bullatum Westend. auf Rosa canina und centifolia. Die Caeoma brechen aus den Stämmen in Form länglicher, polsterförmiger Lager hervor. Die Teleutosporen sind cylindrisch, 5—7zellig, scheitelständig zugespitzt und mit höckerigem Episporium versehen. Nach den heutigen Kenntnissen ist die Art verbreitet in England und Belgien.

Aus diesen Diagnosen dürfte ersichtlich sein, daß die vier Arten in morphologischer Hinsicht scharf zu trennen sind.

Über ihre Spezialisation liegen bisher nur ganz vereinzelte kurze Angaben vor, insbesondere von Phragmidium subcorticium.

Klebahn[1]) teilt mit, daß er einem angestellten Kulturversuche zufolge geneigt sei, eine Spezialisation innerhalb dieser Spezies anzunehmen. Von zwei Rosenspezies, welche er als Versuchspflanzen verwendet hat, wurde nämlich die eine in weit geringerem Grade erfolgreich infiziert als wie die andere Art.

Ferner teilt Fritz Müller im Botanischen Centralblatt Band LXXXIII. No. 3 pag. 76 Jhrg. 1900) mit, daß er mit den Teleutosporen von Phragm. subcorticium Infektionsversuche angestellt habe. Die Mitteilung lautet wörtlich:

»Mit den Teleutosporen von Phragm. subcorticium auf einer Gartenrose wurden mit Erfolg infiziert: Rosa centifolia und R. multiflora var. adenophylla (auf letzterer kam es nur zur Spermogonienbildung). Erfolglos blieb die Infektion auf: Rosa cinnamomea, Rosa fulgens, R. canina (Flora Mc. Jvor), Rosa canina (Lady Penzance), R. canina (Lucy Ashton). Auch Phragmidium subcorticium dürfte somit in formae speciales zerfallen«.

Ich stellte mir nun die Aufgabe, diese Andeutungen weiter zu verfolgen.

Die im folgenden beschriebenen Kulturversuche befassen sich 1. mit der Frage nach dem wiederholten Auftreten der Caeomageneration und 2. mit der Frage nach der Spezialisierung von Phragmidium subcorticium. Es soll vorerst besprochen werden

Die Versuchseinrichtung.

Die große Mehrzahl der nachstehend angeführten Infektionsversuche wurde mit Caeomamaterial eingeleitet, weil solches leicht in großen Mengen zur Verfügung stand. Erst im Nachsommer, als

[1]) Klebahn: »Kulturversuche mit heteröcischen Rostpilzen«, Zeitschrift für Pflanzen-Krankheiten. Band IX pag. 159.

auch Uredosporenmaterial erhältlich war, wurde eine Versuchsreihe eingeleitet, zu der solches benutzt worden ist.

Das Auftragen der Sporen auf die Versuchspflanzen geschah in der Weise, daß die caeomabehafteten Blätter mit einem Pinsel über der Versuchspflanze abgebürstet wurden. Dabei sah ich sorgfältig darauf, daß hauptsächlich die Blattunterseite mit den abfallenden Sporen in Berührung kam, da die Keimschläuche durch die Spaltöffnungen ins Blattinnere einzudringen pflegen. Hierauf wurde ein Teil des Sporenmaterials in einem Pulverisator mit Wasser angerührt und die Versuchspflanzen damit fein bestäubt. Sodann wurden letztere mit einer mit Filtrierpapier ausgekleideten Glasglocke solange zugedeckt gehalten, bis ein Eindringen der Keimschläuche angenommen werden konnte. Nach ungefähr sechs Tagen brachte man die Versuchspflanzen in ein Gewächshaus, woselbst sie bis zum Versuchsabschluß verblieben. Natürlich geschah diese Operation unter Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln, um einer etwaigen Versuchsverunreinigung durch Sporen anderer Reihen vorzubeugen. Insbesondere wurden Versuchspflanzen paralleler Reihen nie im gleichen Gewächshaus aufbewahrt, sondern möglichst von einander entfernt zur Beobachtung aufgestellt. Die Kontrolle der Versuchspflanzen wurde in der Weise vorgenommen, daß an einem Tage nie zwei verschiedene Reihen einer Durchmusterung unterworfen worden sind.

Die Versuchspflanzen stammen teilweise aus einer Handelsgärtnerei; sie sind im Frühjahr 1901 als zweijährige Pflänzlinge bezogen worden und dienten zu allen Infektionsversuchen, welche in jenem Sommer angestellt worden sind. Im Sommer 1902 hingegen benutzte ich ganz junge Sämlinge, welche im hiesigen botanischen Garten erzogen wurden. Der Same hierzu stammt von verschiedenen botanischen Gärten. Zur Erlangung zuverlässiger Versuchsresultate ist es selbstverständlich von großer Wichtigkeit, richtig bestimmte Versuchspflanzen zu besitzen. Zu dem Ende wäre eine Kontrolle der Bestimmung der Versuchspflanzen nötig gewesen. Diese konnte aber, da ganz junge Pflanzen benutzt wurden, nicht vorgenommen werden. Daher muß man sich auf die Richtigkeit der von der Bezugsquelle vorgenommenen Bestimmung stützen. In den meisten Fällen liegt kein Grund vor, daran zu zweifeln. Nur in einem Falle mußten, wie unten gezeigt werden soll, Zweifel an der Richtigkeit der Bestimmung aufkommen.

Kulturversuche vom Jahre 1901.

Am Aaredamm in der Elfenau, unweit Bern, tritt auf der dort häufigen Rosa cinnamomea im Frühjahr massenhaft Caeoma auf, das in der Folge zu meinen Versuchen Verwendung finden sollte. Die morphologischen Merkmale lassen es als zu Phragmidium subcorticium

gehörend erscheinen, indem die Caeoma- und Teleutosporen die auf sie bezüglichen oben angeführten Eigentümlichkeiten voll und ganz aufweisen.

Versuchsreihe I.

Sie wurde eingeleitet am 8. Mai 1901. Das Material wurde gleichen Tages auf Wildlingen von R. cinnamomea in der Elfenau gesammelt. Es waren Caeomalager im besten Entwicklungstadium, teils auf älteren, teils auf jüngeren Zweigen und Blattstielen. Damit wurden folgende Pflanzen infiziert:

No. 1. Rosa cinnamomea
„ 2. R. centifolia
„ 3. R. centifolia
„ 4. R. cinnamomea
„ 5. *R. rubrifolia*
„ 6. R. alpina
„ 7. R. microphylla
„ 8. R. alpina
„ 9. *R. rubrifolia*

} zweijährige Pflanzen aus einer Handelsgärtnerei.

Am 11. Mai wurden die Pflanzen auf gleiche Weise und mit dem Sporenmaterial gleicher Herkunft nochmals besäet. Am 22. Mai zeigten sich auf No. 5 (R. rubrifolia) und No. 9 (R. rubrifolia) auf der Blattunterseite zahlreiche orangegelbe Pusteln. Die mikroskopische Untersuchung ergab Caeomalager mit einem Kranze keulenförmiger, schwach gelbgefärbter Paraphysen, kettenförmig angeordnete Caeomasporen, und was namentlich für die Caeoma spricht: die Sporen waren getrennt durch die eigentümlichen Zwischenzellen. Alle übrigen Versuchspflanzen blieben dauernd pilzfrei.

Die Resultate ergeben also: 1. eine Wiederholung der Caeomageneration und 2. zeigen sie, daß der Pilz von R. cinnamomea stammend, auch überzugehen vermag auf R. rubrifolia. Daß R. cinnamomea nicht befallen wurde, erscheint eigentümlich und läßt keine andere Erklärung zu, als die, daß diese Rose eben nicht R. cinnamomea war, denn es ist sehr unwahrscheinlich, daß R. cinnamomea durch Caeomasporen, welche von R. cinnamomea stammen, nicht infiziert wird. Zudem werden wir unten sehen, daß einige Exemplare von R. cinnamomea anderer Herkunft befallen wurden.

Es werden daher in den folgenden Versuchsreihen die R. cinnamomea obiger Herkunft immer mit einem (?) bezeichnet und die Ergebnisse sind für die Versuchsresultate nicht in Betracht zu ziehen.

Versuchsreihe II.

Sie wurde eingeleitet am 23. Mai 1901. — Das dazu verwendete Material wurde am 21. Mai in der Elfenau geholt. Es wurden damit folgende Pflanzen besäet:

No. 1. Rosa cinnamomea (?)
„ 2. R. cinnamomea (?)
„ 3. R. microphylla
„ 4. *R. rubrifolia*
„ 5 und 6. R. alpina
„ 7 und 8. R. centifolia
} gleicher Herkunft wie in Versuchsreihe I.

Die Durchmusterung am 11. Juni ergab folgendes:

No. 4 (R. rubrifolia) hatte auf fast sämtlichen Blättern gelbe Pusteln, welche der mikroskopischen Untersuchung zufolge als Caeomasporenlager zu deuten waren; es traten nämlich die so eigentümlichen Sporenketten mit den charakteristischen Zwischenzellen sehr deutlich zu Tage. Zu gleicher Zeit kam am Stamme ein umfangreiches Caeomalager zum Vorschein. Dasselbe rührt aber jedenfalls nicht von unserer Infektion her, sondern ist offenbar aus einem im Stamme perennierenden Mycel hervorgegangen. Letzterem Umstande zufolge könnte man Zweifel an der Zuverlässigkeit obigen Resultates erheben. Diese fallen aber aus folgendem Grunde dahin: Einige Tage später brach nämlich am Stamme einer im Garten eingetopften Rosa rubrifolia gleicher Herkunft ebenfalls ein Caeomalager hervor. Auf deren Blättern hingegen war keine Spur einer stattgehabten Infektion zu entdecken. Stünden nun, wie man annehmen könnte, die Caeomalager der Blätter mit dem Stammmycel bei No. 4 im Zusammenhang, so müßten im zweiten Falle auf den Blättern auch Caeomapusteln bemerkt worden sein. Die übrigen Versuchspflanzen zeigten kein positives Resultat. — Wie die Resultate der Versuchsreihe I, so zeigen auch diese, daß 1. von Phragm. subcorticium auf R. cinnamomea außer R. rubrifolia keine andere der verwendeten Rosenspecies befallen wird und 2. daß aus den Caeomasporen wiederum Caeomalager hervorgehen.

Versuchsreihe III.

Sie wurde am 27. Mai 1901 eingeleitet. Zur Infektion dienten die Caeomasporen von einem der obenerwähnten, am Stamme einer R. rubrifolia aufgetretenen Caeomalager. Dieselben wurden aufgetragen auf:

No. 1. Rosa centifolia
„ 2. R. microphylla
„ 3. R. cinnamomea (?)
„ 4. R. alpina
„ 5. *R. rubrifolia*
} gleicher Herkunft wie in Versuchsreihe I und II.

Am 8. Juni wurden auf No. 5 (R. rubrifolia) zahlreiche Caeomalager konstatiert, welche sich in der Folgezeit rasch vermehrten. — Die übrigen Pflanzen blieben pilzfrei.

Also vermochte Phragm. subcorticium, von R. rubrifolia stammend, unter den verwendeten Versuchspflanzen keine andere Spezies erfolgreich zu infizieren, als die Stammart selbst. Ähnlich verhält es sich mit der folgenden Reihe.

Versuchsreihe IV.

Eingeleitet am 28. Mai 1901. Das verwendete Material ist Caeoma, welches sich als Resultat der Versuchsreihe I auf zwei Exemplaren von R. rubrifolia (No. 5 und 9) eingestellt hatte.

Es wurden besäet:

No. 1. *Rosa rubrifolia*
„ 2. *R. rubrifolia*
„ 3. R. microphylla
„ 4. R. centifolia
„ 5. R. alpina
„ 6. R. cinnamomea (?)

} gleicher Herkunft wie die Pflanzen voriger Versuchsreihen.

Bei der Durchsicht der Versuchsreihe am 7. Juni konnten folgende Resultate konstatiert werden:

No. 1 und 2 (R. rubrifolia) besaßen auf den weitaus meisten Blättern Caeomapusteln; später traten auch einzelne Lager auf den Blattstielen auf; es war dies also die dritte Caeomageneration.

Kein positives Ergebnis war auf den übrigen Versuchspflanzen zu beobachten.

Versuchsreihe V.

Sie wurde eingeleitet am 19. Juni 1901 mit dem Caeomamaterial auf R. rubrifolia, welches in Versuchsreihe IV. No. 1 und 2 aus der Infektion hervorgegangen war. Dasselbe wurde ausgesäet auf:

No. 1. *Rosa rubrifolia*
„ 2. R. alpina
„ 3 R. cinnamomea(?)
„ 4. R. centifolia
„ 5. R. microphylla

} gleicher Herkunft wie die Pflanzen voriger Versuchsreihen.

Am 30. Juni besaß No. 1 (R. rubrifolia) auf mehreren Blättern wohlentwickelte Caeomalager und später auch auf Blattstielen. Wir haben somit hier wiederum eine 4. Caeomageneration vor uns.

Die übrigen Versuchspflanzen ließen kein positives Resultat erkennen.

Aus diesen fünf Versuchsreihen ergibt sich zunächst, daß Phragm. subcorticium, von R. cinnamomea stammend, auch überzugehen vermag auf R. rubrifolia und daß somit Phragm. subcorticium auf diesen beiden Nährspezies der gleichen biologischen Art angehört; ferner, daß letztere nicht auf R. alpina, centifolia und microphylla übergeht. Weiterhin ergab sich überall eine Wiederholung der Caeomageneration.

Versuchsreihe VI.

Am 28. Juni 1901 hatte Herr Prof. Ed. Fischer die Güte, mir Caeoma-behaftete Rosenzweige und -Blätter zu übergeben, welche er bei Muri bei Bern einer Gartenrose entnommen hatte. Damit wurde eine Aussaat vorgenommen auf:

No. 1. Rosa rubrifolia	gleicher Herkunft wie die Pflanzen in Reihe I—V.
„ 2. *R. centifolia*	
„ 3. R. cinnamomea(?)	
„ 4. R. alpina	
„ 5. R. rubrifolia	

Die Durchmusterung am 12. Juli förderte auf No. 2 (R. centifolia) einige Uredolager zu Tage, die aber weiterhin nicht mehr beobachtet werden konnten, da die Pflanze unter Blattabfall zu leiden anfing. — Die übrigen Pflanzen ließen keine Spur von einer Infektion erkennen. Das negative Resultat scheint in Übereinstimmung mit den vorhergehenden Reihen zu beweisen, daß sich das auf R. centifolia vorkommende Phragmidium von demjenigen auf R. cinnamomea biologisch verschieden verhält.

Erst im folgenden Jahre konnten weitere Versuche in dieser Richtung mit reichlichem Erfolge durchgeführt werden.

Versuche vom Jahre 1902.

Nachdem durch Aussaat von Samen im Winter eine größere Anzahl von jungen, zur Infektion besonders günstigen Pflanzen herangezogen worden waren, konnten die Versuche auf eine breitere Basis gestellt werden als im vorangehenden Jahre.

Versuchsreihe VII.

Sie wurde eingeleitet am 16. Mai 1902. Das zur Verwendung gebrachte Caeomamaterial stammte her von einigen Exemplaren von Rosa cinnamomea aus der Elfenau bei Bern. Es wurden damit folgende Pflanzen besäet:

		Der Same stammt von:
No. 1. *Rosa rubrifolia*	im botanischen Garten erzogene Sämlinge	Pavia,
„ 2. *R. canina*		Karlsruhe
„ 3 u. 4. *R. rubrifolia*		Pavia,
„ 5. *R. cinnamomea*		Wien,
„ 6. R. alpina	Dreijährige Pflanzen aus einer Handelsgärtnerei; sie hatten schon zu den vorjährigen Versuchen gedient.	
„ 7. R. centifolia		
„ 8. R. microphylla		
„ 9. R. centifolia		

Die Durchmusterung am 3. Juni förderte folgende Resultate zutage:

No. 1 (R. rubrifolia) besaß auf Blättern und Blattstielen reichlich Caeoma.

No. 2 (R. canina) besaß auf zwei Blättern je ein Caeomalager.

No. 3 und 4 (R. rubrifolia) zeigten auf Blättern und Blattstielen ebenfalls eine größere Anzahl von Caeomapusteln.

No. 5 (R. cinnamomea) hatte ebenfalls einige Caeomalager, welche sich später noch in größerer Anzahl eingestellt hatten.

No. 6, 7, 8 und 9 blieben dauernd pilzfrei.

Somit wurden positive Resultate erzielt auf: Rosa rubrifolia, cinnamomea und canina; auf letzterer Art immerhin etwas weniger reichlich. Renitent verhielten sich hingegen: R. alpina, centifolia und microphylla.

Versuchsreihe VIII.

Eingeleitet am 30. Mai 1902 mit Caeomamaterial, das am gleichen Tage auf R. cinnamomea in der Elfenau gesammelt worden war. Dasselbe machte aber den Eindruck, als sei es, weil zu lange gelegen, nicht mehr keimfähig. Immerhin wurde der Versuch mit folgenden Pflanzen angestellt:

		Der Same stammt von:
No. 1. Rosa cinnamomea	Sämlingspflanzen	Wien
„ 2. R cinnamomea		Wien
„ 3. R. rugosa		Karlsruhe
„ 4. R. canina		Karlsruhe

Im Verlaufe von drei Wochen trat auf keiner der vier Versuchspflanzen ein positives Resultat ein. Der Grund hiervon war in der mangelhaften Keimkraft des verwendeten Pilzmaterials zu suchen. Am 19. Juni wurde daher frisches Material vom gleichen Standorte her verwendet und die Pflanzen damit nochmals besäet. Dazu kamen als weitere Versuchspflanzen:

		Die Samen stammen von:
No 5. *R. cinnamomea*	Sämlingspflanzen	Wien
„ 6. *R. rubrifolia*		Pavia
„ 7 und 8. *R. pimpinellifolia*		Erfurt
„ 9. *R. rubrifolia*		Pavia

Die Durchmusterung am 17. Juli förderte folgendes Resultat zutage:

No. 1, 2, 3 und 4 waren pilzfrei.

No. 5 (R. cinnamomea) hatte auf mehreren Blättchen Caeomalager.

No. 6, 7 und 8 (R. rubrifolia und pimpinellifolia) hatten auf ca. 4—6 Blättchen Caeomalager. Die Pflanzen litten von da weg unter Blattabfall und waren deswegen weiterer Beobachtung entzogen.

No. 9 (R. rubrifolia) hatte, wie zu erwarten war, wiederum zahlreiche Caeomalager.

Aus dieser Versuchsreihe geht hervor, daß Phragmidium subcorticium von R. cinnamomea stammend, auch R. rubrifolia und R. pimpinellifolia zu Nährpflanzen haben kann,

daß dagegen R. canina und R. rugosa davon nicht befallen werden. Das Verhalten von R. canina steht mit der vorigen Versuchsreihe indessen im Widerspruch; es soll später noch darauf zurückgekommen werden.

Versuchsreihe IX.

Sie wurde eingeleitet am 2. Juni 1902. Das Material stammte von einer wilden Rose (wahrscheinlich R. canina) aus der Gegend des Thunersees und wurde mir von Herrn Prof. Ed. Fischer gütigst von dorther mitgebracht. Damit wurden folgende Pflanzen besäet:

No. 1. Rosa microphylla „ 2 *R. centifolia*	3jährige Pflanzen, welche früher erfolglos infiziert worden waren.	
„ 3 u. 4. *R. canina* „ 5 u. 6. R. cinnamomea „ 7. R. rugosa „ 8 und 9. *R. rubrifolia*	Sämlingspflanzen	Der Same stammt von: Karlsruhe, Wien, Karlsruhe, Pavia.

Am 13. Juni ergab sich das folgende Resultat:

No. 1 (R. microphylla) war pilzfrei.

No. 2 (R. centifolia) besaß auf mehreren Blättern Caeomalager, welche sich vermehrten. Ihnen folgten später Uredo- und Teleutosporen.

No. 3 und 4 (R. canina) zeigten sehr reichlich Caeoma.

Im Juli und August folgten Uredosporen und gegen Ende September hin auch Teleutosporen.

No. 5 und 6 (R. cinnamomea) waren und blieben dauernd pilzfrei.

No. 7 (R. rugosa) blieb gesund.

No. 8 und 9 (R. rubrifolia) besaßen auf einigen Blättern Caeomalager.

Hieraus folgt, daß der Pilz von R. canina stammend auch übergeht auf Rosa centifolia und R. rubrifolia.

Letzteres Ergebnis steht aber mit demjenigen der übrigen Reihen in Widerspruch. Es soll am Schlusse darauf zurückgekommen werden.

Versuchsreihe X.

Eingeleitet wurde sie am 4. Juni 1902 mit dem Caeomamaterial, welches auf R. rubrifolia in Reihe VII, No. 1 und 3, aufgetreten war. Die caeomabehafteten Blätter wurden aufgelegt auf:

No. 1. Rosa cinnamomea „ 2. *R. rubrifolia*	Sämlinge	Der Same stammt von: Wien, Pavia.

Bei der Durchmusterung am 18. Juni war No. 1 (Rosa cinnamomea) pilzfrei und No. 2 (R. rubrifolia) besaß auf mehreren Blättern

Caeoma. Wir haben somit hier wieder eine dritte Caeomageneration. Zugleich zeigt diese Reihe, daß R. cinnamomea vom Sporenmaterial auf R. rubrifolia nur sehr schwer infiziert wird.

Versuchsreihe XI.

Am 16. Juni 1902 wurde das Caeomamaterial, welches sich als Resultat der künstlichen Infektion auf Rosa canina (Reihe IX, No. 3 u. 4) eingestellt hatte, weggenommen und auf die folgenden Versuchspflanzen übertragen:

No. 1. Rosa rubrifolia Samen von Pavia,
„ 2. *Rosa canina* „ „ Karlsruhe.

Am 4. Juli konstatierte ich folgendes Resultat:

No. 1 (R. rubrifolia) war gänzlich pilzfrei.

No. 2 (R. canina) besaß auf mehreren Blättchen eine größere Anzahl Caeomalager, welche indessen bald durch Uredo verdrängt wurden.

Auch in dieser Reihe stellte sich somit eine dritte Caeomageneration ein. Der Pilz ging von Rosa canina weg nicht auf R. rubrifolia, wohl aber auf R. canina.

Versuchsreihe XII.

Am 18. Juni 1902 wurde mit Caeomamaterial, welches mir tags zuvor von Herrn Prof. Dr. Ed. Fischer gütigst überbracht worden war, eine neue Versuchsreihe eingeleitet.

Dasselbe war auf einer Rosa canina bei Ringgenberg (Berner Oberland) gesammelt worden. Es wurden folgende Pflanzen besäet:

		Der Same stammt von:
No. 1. *Rosa centifolia*	3jährige Pflanze,	
„ 2. R. rubrifolia	Sämlinge	Pavia,
„ 3. R. pimpinellifolia	Sämlinge	Erfurt,
„ 4. R. alpina	3jährige Pflanze,	
„ 5 und 6. *R. canina*	Sämlinge	Karlsruhe,
„ 7 und 8. R. cinnamomea	Sämlinge	Wien,
„ 9. R. rugosa	Sämlinge	Karlsruhe,
„ 10. R. californica.	Sämlinge	Karlsruhe.

Die Durchsicht der Versuchspflanzen am 4. Juli förderte folgendes Ergebnis zu Tage:

No. 1 (R. centifolia) besaß auf mehreren Blättern Caeomalager, welche sich späterhin vermehrten. Gegen Ende Juli hin trat auch Uredo auf.

No. 2, 3 und 4 (R. rubrifolia, pimpinellifolia und alpina) blieben dauernd gesund.

No. 5 und 6 (R. canina) hatte auf mehreren Blättern reichlich Caeoma; später trat in reichlichem Maße Uredo auf.

Versuchsreihe XIII.

Zu Anfang Juli erhielt ich von Herrn Dr. Volkart-Zürich caeomabehaftete Blätter. Dieselben wurden am 30. Juni auf der Fürstenalp bei Trimmis (Ct. Graubünden) gesammelt. Leider konnte die Nährspezies, von welcher das Material stammt, nicht genau bestimmt werden, da nur Blätter zur Verfügung stunden. Nach diesen zu schließen, mußte es aber R. canina sein.

Die Caeomasporen wurden aufgetragen auf:

No. 1. Rosa rugosa „ 2. *R. canina*	Sämlingspflanzen aus Karlsruhe,
„ 3. R. microphylla	3jährige Pflanze, die schon früher erfolglos infiziert worden war,
„ 4. R. alpina	id.,
„ 5. R. centifolia	3jährige Pflanze,
„ 6. R. cinnamomea	Sämlingspflanze aus Wien und diente schon vorher zu einem resultatlosen Versuche in Versuchsreihe IX,
„ 7. R. rubrifolia	Sämlingspflanze aus Pavia und wurde in Versuchsreihe XI verwendet.

Am 17. Juli zeigte No. 2 (R. canina) auf ca. vier Blättchen vereinzelt stehende Uredolager. Die übrigen Pflanzen waren und blieben gesund.

Versuchsreihe XIV.

Am 2. Juli sammelte ich bei Leuk (Wallis) auf Rosa canina Caeomamaterial ein, welches auf den Blattstielen dieser Spezies sehr reichlich aufgetreten war. Mit demselben wurde am 5. Juli eine neue Versuchsreihe eingeleitet, zu welcher folgende Pflanzen benutzt worden sind:

No. 1. R. cinnamomea	Sämlingspflanzen aus: Wien,
„ 2. R. pimpinellifolia	Erfurt,
„ 3. *R. canina*	Karlsruhe,
„ 4. R. rugosa	Karlsruhe,
„ 5. R. rubrifolia	Pavia,
„ 6. *R. centifolia*	3jährige Pflanze, hatte schon früher zu einem erfolglosen Infektionsversuche gedient.

Die Durchmusterung am 28. Juli ergab folgendes:

No. 3 (R. canina) hatte sehr viele, prächtig entwickelte Uredolager, welchen späterhin auch Teleutosporen folgten.

No. 5 (R. centifolia) besaß, etwas weniger reichlich wie die vorige, Uredolager auf etwa 6—8 Blättern.

In der vorigen Reihe und auch in dieser entstand aus Caeomasporen nicht wieder Caeoma, sondern Uredo. Es ist aber immerhin nicht ausgeschlossen, daß sich unter dem zur Infektion benutzten Caeomamaterial auch Uredo befand.

Versuchsreihe XV.

Am 8. Juli übersandte mir Herr Dr. E. Jacky eine Anzahl Blätter von Rosa centifolia, welche sehr stark mit Uredo behaftet waren. Dieselben kamen aus der Nähe von Bern und die Uredosporen wurden ausgesäet auf:

		Der Same stammt von:
No. 1.	*Rosa canina*	Karlsruhe,
„ 2.	R. cinnamomea	Wien,
„ 3.	*R. centifolia*	3jährige Pflanze,
„ 4.	R. pimpinellifolia	Erfurt.

No. 1 und 3 (R. canina und R. centifolia) bekamen ziemlich reichlich Uredolager. Auf R. centifolia stellten sie sich indessen in noch größerer Zahl ein als auf R. canina. R. cinnamomea und R. pimpinellifolia blieben gesund.

Diese Versuchsreihe zeigt somit, daß hier mit einer Form des Pilzes operiert worden ist, welche sich strenge an R. canina und R. centifolia hält, welche aber R. cinnamomea und R. pimpinellifolia meidet. Hieraus folgt, daß man es unzweifelhaft mit zwei Schwesterarten zu tun hat.

Anmerkung. Wie die vorliegenden Versuchsreihen zeigen, wurde auch Rosa alpina mit als Versuchspflanze verwendet. Es sollte untersucht werden, ob diese Spezies neben Phragmidium fusiforme Schroeter auch Phragmidium subcorticium zu beherbergen im stande sei. Das scheint nun nicht zuzutreffen. Auch geht aus zwei hier nicht niedergelegten Versuchsresultaten hervor, daß Phragm. fusiforme streng auf Rosa alpina spezialisiert zu sein scheint, indem der Pilz keine der übrigen Spezies erfolgreich zu infizieren vermochte.

Zusammenfassung der Resultate.

a) Die Spezialisation von Phragmidium subcorticium.

Name der Versuchspflanze	Der Pilz infizierte erfolgreich, wenn er stammte von:			
	R. cinnamomea	R. rubrifolia	R. canina	R. centifolia
R. cinnamomea .	4 (2)[1]	1 (0)	4 (0)	1 (0)
R. centifolia	5 (0)	3 (0)	4 (3)	2 (2)
R. rubrifolia	7 (7)	5 (5)	6 (2)	1 (0)
R. rugosa	1 (0)	1 (0)	4 (0)	—
R. canina	2 (1)	—	4 (4)	1 (1)
R. pimpinellifolia . .	2 (2)	—	2 (0)	1 (0)
R. microphylla . . .	3 (0)	3 (0)	2 (0)	2 (0)

NB. Die eingeklammerten Ziffern bedeuten die Zahl der Versuche, welche ein positives Resultat aufwiesen, die nicht in Klammern stehenden die Zahl der Versuche überhaupt.

[1]) In dieser Zahl sind die falsch bestimmten, in den Versuchsreihen mit einem Fragezeichen versehenen R. cinnamomea nicht inbegriffen.

In nebenstehender Tabelle sind die Ergebnisse der Versuche nochmals resümiert. Man ersieht daraus, daß die Sporen vom Pilz auf R. cinnamomea regelmäßig erfolgreich infizierten: R. rubrifolia; dagegen nicht oder nur unregelmäßig: R. centifolia, rugosa, canina und microphylla. Umgekehrt infizierten die Sporen von R. canina herstammend, regelmäßig: R. centifolia, dagegen nicht oder nur ausnahmsweise: R. cinnamomea und R. rubrifolia. Ferner erzeugten die Sporen, von R. canina stammend, positive Ergebnisse auf R. centifolia, nicht aber auf R. cinnamomea und rubrifolia.

Es liegen also hier zwei Formen vor, die biologisch ein verschiedenes Verhalten zeigen:

1. Die Form auf R. cinnamomea, rubrifolia und pimpinellifolia.
2. Die Form auf R. centifolia und canina.

In zwei Versuchsreihen (VII und IX) sind indessen die Ergebnisse damit im Widerspruch. Auf diese Reihen sei noch kurz eingegangen.

Aus Versuchsreihe IX ersieht man, daß die Caeomasporen von R. canina auch R. rubrifolia erfolgreich zu infizieren vermochten. Es liegt nahe, anzunehmen, daß hier eine Verunreinigung des Versuches vorliegt, indem möglicherweise Caeomasporen von einer infizierten R. rubrifolia oder cinnamomea her auf fragliche zwei Exemplare gelangt sind. Derartige Verunreinigungen sind ja bei Infektionsversuchen keine seltene Erscheinung und nur schwer zu umgehen. Diese Beobachtung konnte aber nur in dieser Versuchsreihe gemacht werden. In den übrigen Reihen, wo vom gleichen Pilzmaterial ausgegangen wurde, blieb R. rubrifolia stets gesund. Andrerseits könnte man annehmen, daß R. rubrifolia sich gegenüber der biologischen Form auf R. canina nicht ganz immun verhalte und unter gewissen — nicht näher zu präzisierenden Umständen — doch infiziert wird. Auf alle Fälle aber wird sie nur ausnahmsweise infiziert, während sie von Sporen, welche auf R. cinnamomea entstanden sind, ganz regelmäßig befallen wird.

In Versuchsreihe VII wurde auch R. canina (No. 2) befallen. Als Infektionsmaterial zu diesem Versuche diente Caeomamaterial von R. cinnamomea. Hier ist die Annahme einer Verunreinigung wenig wahrscheinlich, indem vor oder zu gleicher Zeit mit der Einleitung dieser Versuchsreihe mit keiner andern Form als derjenigen auf R. cinnamomea operiert worden ist. Demzufolge ist anzunehmen, daß unter Umständen einmal R. canina von dieser biologischen Form befallen werden kann. Diese gelegentliche Infektion von R. rubrifolia und canina beeinflussen aber die allgemeinen Resultate nicht.

Das Ergebnis wird übrigens auch durch Beobachtungen im Freien bestätigt. In der Umgebung von Bern ist Rosa cinnamomea nämlich

recht häufig pilzbefallen anzutreffen. Nie konnte ich aber in deren Nähe eine rostkranke R. canina finden. Daraus geht hervor, daß auch im Freien beide Schwesterarten auf ihre resp. Nährpflanzen spezialisiert sind. Wären die beiden Formen auf Rosa canina und R. cinnamomea identisch, so würden ohne Zweifel beide Nährspezies unter den gleichen natürlichen Bedingungen auch gleich intensiv befallen werden.

Es erhebt sich nun noch die Frage, ob die beiden untersuchten spezialisierten Formen auch morphologische Unterschiede zeigen und ob nicht die eine oder andere sogar mit einem andern Rosenphragmidium identisch sei. Erstere Frage ist nach unsern Untersuchungen verneinend zu beantworten. Es wurden eine größere Anzahl von Teleutosporen beider Pilzformen einer vergleichenden Betrachtung unterzogen. Dabei konnten auffallende Unterschiede im Bau und in der Größe nicht konstatiert werden.

Von andern in Betracht zu ziehenden Arten wäre in erster Linie Phragm. tuberculatum J. Müller zu nennen. Phragmidium subcorticium unterscheidet sich von dieser Art in folgenden Punkten:

1. Die Teleutosporen beider können nach J. Müllers (l. c. pag. 729 ff.) Angaben nicht wohl von einander unterschieden werden. Eine Differenz liegt höchstens darin, daß die Teleutosporen von Phragm. subcorticium 4—9zellig, diejenigen von Phragm. tuberculatum aber bloß 4—6zellig sind.

Ferner sagt J. Müller (l. c. pag. 781) zur weiteren Unterscheidung der beiden Arten folgendes:

»Ein besonderes Charakteristikum (der Teleutosporen von Phragm. tuberculatum J. Müll.) bietet noch die Endzelle dar. Während dieselbe bei den Sporen von Phragm. subcorticium in der Queransicht der Längsrichtung sehr oft die Gestalt eines gleichschenklichen Dreiecks hat, dessen Schenkel nur etwas verlängert erscheinen, ist sie hier niemals derartig, sondern stets halbkreis- oder bogenförmig gestaltet.«

Die Teleutosporen, welche ich durch Kultur auf R. canina und R. centifolia erhalten habe, sind stets mehr als 6zellig; ferner trifft die für Phragm. tuberculatum geltende Beschaffenheit der Endzellen bei denselben nicht zu, sondern der Umriß ist in der Tat eher dreieckförmig.

2. Die Caeomasporen von Phragm. subcorticium sind mit einer feinstacheligen Membran versehen; diejenigen von Phragm. tuberculatum tragen relativ grobe Warzen von quadratischer bis oblonger Querfläche.

Die Caeomasporen, die ich in den Kulturversuchen erhalten habe, gehören dieser Beschreibung nach unzweifelhaft zu Phragm. subcorticium.

3. Während die Uredosporen von Phragm. subcorticium feinstachelige Membran besitzen, sind diejenigen von Phragm. tuberculatum grobwarzig.

Die in unseren Versuchen erzielten Uredosporen stimmen in dieser Beziehung mit denjenigen von Phragm. subcorticium überein.

Endlich ist zu bemerken, daß die beiden oben festgestellten Schwesterformen wohl nicht die einzigen sind, in die Phragm. subcorticium zerfällt. Es ist vielmehr ganz wohl möglich, daß daneben noch andere existieren, indem Phragm. subcorticium auch auf weiteren Rosenspezies beobachtet worden ist.

b) **Die Wiederholung der Caeomageneration.**

In den vorliegenden Untersuchungen ist ein wiederholtes Auftreten der Caeomageneration konstatiert worden. Wenn bei der Infektion von Caeomamaterial ausgegangen worden war, so wurde auf den befallenen Versuchspflanzen dann wieder Caeoma erzeugt, wenn ich die Versuche im Vorsommer eingeleitet hatte.

Insbesondere gilt diese Beobachtung von sämtlichen im Sommer 1901 angestellten Versuchen; sodann bestätigte sich dieselbe im folgenden Jahre in den Versuchsreihen VII, VIII und IX. Die wiederholt aufgetretene Caeomaform trat ebenfalls, wie die primäre, auf den Blattstielen und Blättern in Gestalt polsterförmiger Lager auf. Auf letzteren verursachte sie die bekannten Anschwellungen und Verkrümmungen. Auch die mikroskopische Untersuchung bewies deutlich, daß man es mit Caeoma zu tun hatte. Die für diese Generation so charakteristische kettenförmige Anordnung der Sporen mit ihren Zwischenzellen konnte deutlich wahrgenommen werden.

Wie aus Versuchsreihe I, IV, V, X und XI ersichtlich ist, konnte mit der zweiten Caeomageneration wiederum Caeoma erzeugt werden. — Somit wurde in obigen Versuchen die zweimalige, in drei Fällen auch die drei- resp. viermalige Aufeinanderfolge der Caeomageneration festgestellt.

Von Mitte Juli an stellte sich auf den betr. Pflanzen jeweilen die Uredogeneration ein. Dieser folgten dann gegen Ende September hin die Teleutosporen.

Die wiederholt aufgetretene Caeomageneration scheint nicht von Pykniden begleitet zu sein; wenigstens konnten im Laufe der Untersuchung solche nicht aufgefunden werden. — Wie oft sich die Caeomageneration wiederholt, kann mit Sicherheit nicht angegeben werden, in unsern Versuchen hat sie sich nicht mehr als drei- resp. viermal reproduziert. J. Müller (l. c.) will das ganze Jahr hindurch, mit Ausnahme der Monate Dezember, Januar, Februar und März, Caeoma beobachtet haben. Wie schon oben angedeutet, ist aber in unseren

Versuchen gegen den Herbst hin Uredo aufgetreten. Möglicherweise liegt diese Erscheinung in den veränderten Temperaturverhältnissen begründet, vielleicht hängt sie aber auch mit Veränderungen, welche sich innerhalb der Nährpflanze vollziehen, zusammen. — Die Caeoma- resp. Aecidienwiederholung bei Phragmidium subcorticium steht nicht allein da, sondern ist schon von einigen Puccinia- und Uromyces-Arten seit längerer Zeit bekannt. Der erste Fall derart wurde von Barclay[1]) an Uromyces Cunninghamianus Barcl. beobachtet. Die Basidosporen dieser auf Jasminum grandiflorum vorkommenden Spezies erzeugen Aecidien, denen nur sehr wenig Pykniden vorangehen. Nach einiger Zeit werden innerhalb der Aecidienlager auch Teleutosporen gebildet. Gelangen die Aecidiosporen auf eine Nährpflanze, so erzeugen ihre Keimschläuche auf Blättern und Stengeln wiederum Aecidien, welche sich von den primären Aecidien durch nichts unterscheiden, als daß sie nie von Pykniden begleitet sind. Diese Aecidiosporen erzeugen wieder Aecidien und so folgen innerhalb einer Vegetationsperiode mehrere Generationen aufeinander. Auch Dietel[2]) berichtet von zwei Arten, welche die Fähigkeit besitzen, die Aecidiengeneration mehrmals hintereinander hervorzubringen. Es sind dies Puccinia Senecionis Lib. und Uromyces Ervi (Wallr.) Die Basidiosporen von Pucc. Senecionis können Aecidien und Teleutosporen produzieren; ebenso auch die Aecidiosporen. — Die Basidiosporen von Uromyces Ervi dagegen scheinen nur Aecidien hervorbringen zu können. Weitere Untersuchungen, die Dietel[3]) veröffentlicht hat, beziehen sich auf Uromyces Behenis (DC.), Uromyces Scrophulariae (DC.) u. a. Nach Dietels Vermutungen dürften aber nicht nur diese Arten wiederholt nacheinander Aecidien bilden, sondern auch einige Aut-Euformen. In der Tat erwiesen sich dieselben als richtig, da Dietel bei Uromyces Trifolii Alb. et Schwein. eine Aecidienwiederholung konstatieren konnte. Bei allen diesen Arten fällt es auf, daß die sekundären Aecidien nie von Pykniden begleitet sind.

Fragen wir uns nach der Bedeutung, welche die Aecidienwiederholung für den Pilz hat, so könnte darauf folgendes geantwortet werden:

Die Uredosporen haben wahrscheinlich an Keimkraft eingebüßt. Diese Vermutung spricht auch Tulasne[4]) aus, wenn er sagt: »Je

[1]) Barclay. On the life-history of a remarkable Uredine on Jasminum grandiflorum. Transact. of the Linn. Soc. of London 1891. S. 141—151.

[2]) Dietel. Über zwei Abweichungen vom typischen Generationswechsel der Rostpilze. Zeitschr. für Pflanzenkrankh. Band III. 1893 pag. 258 ff.

[3]) Dietel. Über Rostpilze mit wiederholter Aecidienbildung in »Flora« oder allg. bot. Zeitung 1895. Ergänzungsband 81. Band Heft 2. S. 394 ff.

[4]) Tulasne. Second Mémoire sur les Uredinées et les Ustilaginées. Ann. sc. nat. 4. Serie Tom. II. pag. 149.

noterai, en outre, qu'il est rare de voir plus d'un filament naitre des spores de l'Uredo Rosae Pers., bien qu'elles possèdent, comme on sait, un assez grand nombre d'oscules (oscilla); quand le contraire a lieu, il n'y a guère qu'un germe qui se développe complétement.

Da nun der Pilz infolge der mangelhaften Keimfähigkeit der Uredosporen an der Verbreitung gehindert sein würde, so hat er während der ganzen Vegetationsperiode eine sehr große Zahl Aecidiosporen erzeugt, welche die Art viel besser zu erhalten vermögen, als wie die Uredogeneration.

Zu gunsten dieser Anschauung spricht auch die mangelhafte Keimkraft der Teleutosporen. Die Keimung derselben hat unseres Wissens noch niemand beobachten können. Daher wird der Pilz wohl nicht durch diese verbreitet, sondern es sind die Aecidien, welchen diese Aufgabe zukommt, einmal dadurch, daß das im Stamme der Nährpflanze überwinterte Mycel im Frühjahr reichlich Caeoma produziert und sodann dadurch, daß sich die Caeomageneration den Sommer über mehrmals reproduziert.

II. Teil.

Puccinia Caricis montanae Ed. Fischer.

In den »Entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen über Rostpilze« in den »Beiträgen zur Kryptogamenflora der Schweiz«, Band I, Heft 1, gibt Ed. Fischer eine eingehende morphologische und entwicklungsgeschichtliche Beschreibung einer Puccinia, deren Teleutosporen auf Carex montana und deren Aecidien auf Centaurea montana und Centaurea Scabiosa leben. Die Diagnose des Pilzes lautet folgendermaßen:

»Puccinia Caricis montanae n. spec., Sporenlager bis 1 mm lang und $^1/_4$—$^1/_3$ mm breit, in der Längsrichtung des Blattes verlängert, frühzeitig nackt. Uredosporen kugelig bis ellipsoidisch. Durchmesser derselben 18—21 μ. Membran braun mit äußerst kleinen, entfernt stehenden farblosen Wärzchen besetzt; Keimporen zwei, dem der Anheftungsstelle der Spore abgekehrten Pole genähert. Teleutosporen birnförmig, am Scheitel regelmäßig gerundet, oft auch ungleichseitig, seltener papillenartig vorgezogen, an der Basis allmählich in den Stiel verschmälert, an der Grenze beider Zellen etwas eingeschnürt, 42—52 μ lang, 18—24 μ breit, untere Zelle schmäler, oft auch etwas länger als die obere, Membran glatt, braun, am Scheitel stark verdickt (bis zu 10—14 μ); Keimporus der oberen Zelle seitlich von der Scheitelverdickung gelegen, diejenige der unteren Zelle dicht neben der Scheidewand. Stiel farblos, zuweilen die Länge der Spore erreichend. Sporen nicht abfallend.«

Infektionsversuche, die Ed. Fischer mit den Teleutosporen angestellt hatte, ergaben auf Centaurea montana und Centaurea Scabiosa ungleiche Resultate. Er sagt in seiner Arbeit auf pag. 41 folgendes:

»Mit demselben Teleutosporenmaterial wurden Cent. Scabiosa und Cent. montana nie gleichmäßig stark infiziert, aber andrerseits gelang es sozusagen nie, die eine dieser beiden Centaureen ausschließlich zu infizieren; zeigte die eine reichlich Aecidien, so zeigten sich an der andern wenigstens Spermogonien. Ich war anfangs der Ansicht, es sei dieses Resultat darauf zurückzuführen, daß kein reines Teleutosporenmaterial vorgelegen habe. Aber da sich dasselbe Resultat auch in den Fällen zeigte, wo nach Möglichkeit für reines Infektionsmaterial gesorgt worden war, d. h. wo letzteres durch Infektion von Aecidiosporen auf Carex gewonnen war, wurde ich doch stutzig und fragte mich, ob hier nicht zwei Arten vorliegen, von denen die eine sich auf Cent. Scabiosa leicht und vollständig, dagegen auf Cent. montana nur schwer entwickelt, während die andere leicht auf Cent. montana und nur schwer auf Centaurea Scabiosa ihre Ausbildung findet! Stammten nämlich die Teleutosporen von den Aecidiosporen auf Centaurea Scabiosa, so infizierten sie wiederum Cent. Scabiosa reichlich, aber auch auf Centaurea montana brachten sie wenigstens Pykniden hervor. Waren aber die Teleutosporen aus den Aecidiosporen auf Cent. montana erhalten worden, so traten auf Cent. montana reichlich Aecidien auf, aber auch auf Centaurea Scabiosa war ein geringer Erfolg zu verzeichnen.«

Demzufolge scheinen also zwei verschiedene Formen vorhanden zu sein. Ed. Fischer hatte sie einstweilen vereinigt gelassen, war aber der Ansicht, daß es zwei biologische Arten seien.

In derselben Abhandlung weist Ed. Fischer hin auf eine verschieden stark ausgeprägte Praedisposition der Versuchspflanzen gegenüber Puccinia Caricis montanae. Er sucht dieselbe zu begründen durch den Einfluß, welchen der Standort möglicherweise auf die Nährpflanzen auszuüben im stande ist. So geht aus Versuchsreihe XXXII auf pag. 38 hervor, daß Centaurea montana aus dem Berner Oberland auch dann mit den Basidiosporen erfolgreich infiziert werden konnte, als das mit Cent. montana aus dem Jura nicht der Fall war. Ferner zeigen uns die Versuchsreihen XXX und XXXI (pag. 37), daß Carex montana aus den Alpen reichlicher mit den Aecidiosporen auf Centaurea Scabiosa zu infizieren war, als Carex montana aus der Gegend von Bern. Der Verfasser gibt seinen Beobachtungen mit folgenden Worten (auf pag. 116) Ausdruck: »Speziell sei darauf hingewiesen, daß ein und dieselbe Pflanzenart in verschiedenen Rassen oder vielleicht sogar in verschiedenen Standortsformen für eine gegebene Pilzform verschieden empfänglich sein kann. Ich verweise auf das verschiedene

Verhalten von Carex montana aus den Alpen und aus der Gegend von Bern gegenüber den Aecidiosporen der Pucc. Caricis montanae (pag. 38), ferner auf das ungleiche Verhalten der Centaurea montana gegenüber den Basidiosporen derselben Art: die Form aus dem Jura konnte ja nirgends erfolgreich infiziert werden.«

Außer den schon genannten Centaureenspezies, C. Scabiosa und C. montana, wurden von Ed. Fischer auch in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen: Centaurea nigra und Cent. Jacea. »Mit Rücksicht darauf, sagt er auf pag. 28, daß von Plowright[1]) für Puccinia arenariicola ein Aecidium auf Centaurea nigra und von Schröter[2]) für Puccinia tenuistipes ein solches auf Centaurea Jacea nachgewiesen worden ist, mußten auch diese Pflanzen in den Bereich meiner Untersuchungen gezogen werden.« So sehen wir denn aus Versuchsreihe XIV auf pag. 28, daß sowohl Centaurea nigra, als auch Cent. Jacea von den Basidiosporen des Pilzes erfolgreich infiziert worden sind. Trotzdem schien dieses Resultat ein zu wenig zuverlässiges, um klare Schlüsse daraus ziehen zu können.

Es war daher wünschenswert, die Untersuchungen über Pucc. Caricis-montanae Ed. Fischer noch auszudehnen. Ein günstiger Umstand kam mir dabei zu Hilfe, nämlich der, daß das zur Verwendung gekommene Teleutosporenmaterial offenbar ausschließlich zu Aecidien auf Cent. montana gehörte. Diese Annahme kann aus folgendem Grunde gemacht werden. Bei Les Ponts (Neuenburger Jura) 1000 m ü. M. kommt Carex montana massenhaft mit diesem Pilz befallen vor. Daneben finden sich aber auch ziemlich häufig Centaurea montana und Centaurea Scabiosa. Von Anfang Mai weg traf ich Centaurea montana durchwegs mit Aecidien an, konnte dagegen keine solchen entdecken auf Centaurea Scabiosa, auch dann nicht, wenn beide Arten unmittelbar neben einander stunden. Daraus zog ich den Schluß, daß die Carexpflanzen nur die eine Form des Pilzes beherbergen, nämlich diejenige, welche in Ed. Fischers Versuchen Centaurea montana infiziert hatte.

Weniger günstig in dieser Hinsicht erwies sich das Material aus den Alpen. Als ich am 26. Mai 1902 auf einer Alpweide oberhalb Reutigen nach Teleutosporenmaterial suchte, fand ich sowohl infizierte Exemplare von Centaurea Scabiosa, als auch solche von Cent. montana. Demzufolge muß dort Carex montana die Teleutosporen beider Pilzformen beherbergen.

An der Hand dieser Materialien wurden die Untersuchungen nach folgenden Gesichtspunkten hin in Angriff genommen:

[1]) Siehe British Uredineae and Ustilagineae pag. 171.
[2]) Siehe schlesische Cryptogamenflora, Pilze I, pag. 329.

1. Zerfällt Puccinia Caricis montanae Ed. Fischer wirklich in zwei biologische Arten, von denen die eine ihre Aecidien auf Centaurea montana, die andere auf Cent. Scabiosa bildet?

2. Übt der Standort einen Einfluß auf die Prädisposition von Centaurea montana aus?

3. Wie verhält sich Puccinia Caricis montanae gegenüber anderen Centaureen?

4. Vermag die Teleutosporenform außer auf Carex montana auch noch auf anderen Carices zu leben? — Letztere Frage zu beantworten ist insofern von Wichtigkeit, als dadurch die Stellung der Spezies zu Plowrights Pucc. arenariicola und Schröters Pucc. tenuistipes klar gelegt wird. Pucc. arenariicola Plowr. bildet ihre Teleutosporen auf Carex arenaria und die Aecidien auf Cent. nigra aus. Pucc. tenuistipes Rostr. erzeugt die Teleutosporen auf Carex muricata und die Aecidien auf Centaurea Jacea. — Es könnte nun möglich sein, daß zwischen Pucc. Caricis mont. Ed. Fischer einerseits, und Pucc. arenariicola Plowr. und Pucc. tenuistipes Rostr. andrerseits verwandtschaftliche Beziehungen bestünden, indem auch, wie Ed. Fischer (l. c. pag. 29) gezeigt hat, Puccinia Caricis montanae ihre Aecidien auf Centaurea Jacea und nigra auszubilden vermag.

Die Versuchseinrichtung.

Die Infektionsversuche der vorliegenden Arbeit wurden teils mit Teleutosporen, teils mit Aecidiosporenmaterial angestellt. Dasselbe, besonders letzteres, kam stets frisch zur Anwendung.

Zu den Versuchen dienten teils ältere, teils auch ganz junge Pflanzen. Die älteren Centaureapflanzen wurden meist im Freien ausgegraben und nachher eingetopft. Die jüngeren sind im hiesigen botanischen Garten aus Samen erzogen worden. Die große Mehrzahl der verwendeten Carexpflanzen stammen aus der eidg. Samenkontrollstation in Zürich. Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle den Herren Dr. Stebler, Vorstand und Dr. Volkart für ihre bereitwillige Zusendung von Versuchspflanzen den gebührenden Dank auszusprechen.

Sollte mit Teleutosporenmaterial ein Versuch eingeleitet werden, so wurden die damit behafteten Carexblätter zunächst einige Stunden lang in Wasser eingeweicht und sodann zwischen Filtrierpapier abgetrocknet. Hierauf wurde Blatt um Blatt der Versuchspflanzen mit dem Material belegt, die Pflanze einige Tage lang bedeckt gehalten und endlich in ein Gewächshaus gebracht.

Bei den Versuchen, in denen von Aecidiosporen ausgegangen worden war, wurden die Versuchspflanzen mit den befallenen Blättern belegt. Sehr wirksam dürfte sich aber auch das Abbürsten der

Sporen mit einem Pinsel erwiesen haben, welch letztere Operation jeweils am Tage nach der Versuchsanstellung vorgenommen worden ist.

Kulturversuche.

a) Mit Teleutosporen.

Versuchsreihe I.

Am 9. Mai 1901 holte ich bei Les Ponts Teleutosporenmaterial. Es wurden folgenden Tags damit folgende Pflanzen besät:

No. 1.	*Centaurea montana*	ausgegraben in Trachsellauenen (Berner Oberland) 1900,
„ 2.	*Cent. montana*	
„ 3.	*Cent. montana*	ausgegraben im Neuenburger Jura 1900,
„ 4.	*Cent. montana*	
„ 5.	*Cent. montana*	aus Samen im botanischen Garten erzogene ganz junge Pflanzen,
„ 6.		
„ 7.		
„ 8.	Cent. Scabiosa	id.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die Keimung der Teleutosporen noch nicht erfolgt war. Am 11. Mai wurden auf Objektträgerkulturen ausgeworfene Basidiosporen beobachtet.

Am 17. und 25. Mai wurden die Pflanzen durchgesehen und folgende Resultate notiert:

No. 1 (Centaurea montana) hatte am 17. Mai auf 4 Blättern Pykniden; am 25. Mai waren 12 Blätter reichlich mit Aecidien bedeckt.

No. 2 (Cent. montana) besaß bei der erstmaligen Durchmusterung Pykniden, und zwar besonders reichlich an den Stellen, wo die Carexblätter gelegen hatten; ferner beobachtete ich am 25. Mai auf 6 Blättern Aecidien.

No. 3 (Cent. montana) hatte am 17. Mai Pykniden, am 25. Mai auf sämtlichen Blättern junge Aecidien. Die Pflanze hatte unter Schneckenfraß gelitten.

No. 4 (Cent. montana), am 17. Mai auf 4 Blättern Pykniden; später reichlich Aecidien.

No. 5 (Cent. montana) hatte vorerst auf 5 Blättern Pykniden, am 25. Mai reichlich Aecidien.

No. 6 (Cent montana) besaß Pykniden auf 3 Blättern, später reichlich Aecidien.

No. 7 (Cent. montana) auf sämtlichen Blättern vorerst Pykniden, dann Aecidien.

No. 8 (Cent. Scabiosa) zeigte weder Pykniden, noch Aecidien und blieb auch späterhin gesund.

Versuchsreihe II.

Eingeleitet am 20. Mai 1901 mit dem gleichen Material wie in Reihe I. Es wurden folgende Pflanzen besät:

No. 1 und 2. Centaurea Scabiosa } in der Umgebung Berns ausgegraben,
„ 3. *Cent. montana* im Sommer 1900 im Oberland ausgegraben.
„ 4. *Cent. montana* im botanischen Garten aus Samen erzogen.
„ 5 u. 6. *Cent. montana* id.,
„ 7. *Cent. montana* } im Sommer 1900 im Neuenburger Jura ausgegraben.

Drei Versuche wurden am 25. und 27 Mai und am 3. Juni durchgesehen. Das Resultat war folgendes:

No. 1 (Cent. Scabiosa) war gänzlich pilzfrei; die Pflanze starb bald darauf ab.

No. 2 (Cent. Scabiosa) war völlig gesund und blieb auch späterhin pilzfrei.

No. 3 (Cent. montana) hatte am 25. Mai Pykniden, am 3. Juni auf einzelnen Blättern zahlreiche junge Aecidien.

No. 4 (Cent. montana) hatte bei der erstmaligen Nachschau Pykniden, später brachte sie auf zwei Blättern Aecidien hervor.

No. 5 (Cent. montana) hatte am 27. Mai auf 7 Blättern Pykniden, welchen anfangs Juni Aecidien nachfolgten.

No. 6 (Cent montana) hatte auf sämtlichen Blättern Pykniden und Aecidien. Die Pflanze hatte gelitten und starb bald darauf ab.

Versuchsreihe III.

Eingeleitet am 3. Juni 1901 mit Teleutosporenmaterial gleicher Herkunft wie dasjenige voriger zwei Versuchsreihen.

Es wurden damit besät:

No. 1. *Centaurea montana* Herkunft unbestimmt,
„ 2 und 3. Cent. Scabiosa im bot. Garten aus Samen erzogen.
„ 4. *Cent. montana* id.,
„ 5 und 6. Cent. Scabiosa „
„ 7 und 8. *Cent. montana* } im Sommer 1900 im Oberland ausgegraben.

Objektträgerversuche ließen, trotz der vorgerückten Jahreszeit, auf noch vorhandene Keimkraft des Materials schließen. — Die Versuchspflanzen wurden am 13. und 20. Juni einer Durchsicht unterzogen. Die Resultate derselben können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

No. 1 (Cent. montana) hatte bei der erstmaligen Durchmusterung Pykniden, späterhin zahlreiche Aecidien. Ebenso auch No. 4, 7 und 8.

No. 2, 3, 5 und 6 (Cent. Scabiosa) blieben dagegen gänzlich pilzfrei.

Aus diesen drei Versuchsreihen geht hervor, daß Cent. montana in allen Fällen erfolgreich infiziert werden konnte Nicht eine Spur eines positiven Erfolges ließ sich dagegen auf Cent. Scabiosa nachweisen.

Während die bisherigen Versuchsreihen besonders das Verhalten von Centaurea Scabiosa und Cent. montana gegenüber den Teleutosporen auf Carex montana prüfen sollte, wurden die folgenden zwei Versuchsreihen dazu eingeleitet, um festzustellen, ob Centaurea montana aus den Alpen und aus dem Jura verschiedene Empfänglichkeit zeigen.

Versuchsreihe IV.

Eingeleitet am 4. Mai 1902 mit Teleutosporenmaterial, welches tags zuvor in La Tourne gesammelt worden war. Damit wurden folgende Pflanzen besät:

No. 1 und 2. *Cent. montana* { im Sommer 1900 im Oberland ausgegraben,
„ 3, 4, 5, 6 u. 7. *Cent. montana* id.,
„ 8, 9 und 10. *Cent. montana* im Jura ausgegraben,
„ 11—15. Cent. Scabiosa bei Bern ausgegraben.

Die Objektträgerversuche überzeugten mich von der noch vorhandenen Keimkraft des Materials; es wurden zahlreiche Basidiosporen beobachtet.

Am 15. Mai beobachtete ich Pyknidien, einige Tage darauf Aecidien und zwar auf folgenden Pflanzen:

No. 1. (Cent. montana aus den Alpen). Sämtliche Sprosse und Blätter trugen Aecidien.

No. 2 (Cent. montana aus den Alpen), ein junges kräftiges Exemplar trug auf mehr als der Hälfte sämtlicher Blätter Aecidien.

No. 3 (Cent. montana aus den Alpen) hatte auf drei Blättern junge Aecidien.

No. 4 (Cent. montana aus den Alpen) besaß ebenfalls auf den meisten Blättern Aecidien.

Ebenso die Nummern 5, 6 und 7, alles Alpenpflanzen.

No. 8, 9 und 10 (Cent. montana aus dem Jura) waren auch reichlich mit Aecidien versehen, wiesen aber in der Stärke der Infektion einen Unterschied nicht auf. Centaurea Scabiosa war und blieb gesund.

Im gleichen Sinne wurde die folgende Versuchsreihe eingeleitet.

Versuchsreihe V.

Am 13. Mai wurde von dem in La Tourne gesammelten Teleutosporen-Material auf folgende Pflanzen aufgelegt:

No. 1—4. *Centaurea montana* ausgegraben bei Les Ponts 1901,
„ 5. *Cent. montana* „ im Oberland 1901,
„ 6—9. *Cent. montana* „ bei Les Ponts 1901,
„ 10—18. *Cent. montana* „ im Oberland 1901.

Am 29. Mai wurden die Versuchspflanzen durchgesehen und ergaben das unten tabellarisch zusammengestellte Resultat. In der Tabelle soll namentlich der Grad des Befallenseins zum Ausdruck kommen.

No. der Versuchs-pflanze	Herkunft der Pflanze	Gesamtzahl der Blätter	Davon sind mit Aecidien befallen	Bemerkungen
1	Les Ponts, Jura	13	5	ältere Pflanze
2	„ „ „	23	4	„ „
3	„ „ „	20	11	„ „
4	„ „ „	27	14	junge Pflanze
5	Reutigen, Oberland	18	9	„ „
6	Les Ponts, Jura	16	3	„ „
7	„ „ „	11	2	„ „
8	„ „ „	25	13	„ „
9	„ „ „	31	10	„ „
10	Trachsellauenen, Alpen	17	9	ältere Pflanze
11	Trachsellauenen, Alpen	16	8	„ „
12	Reutigen Alpen	27	18	junge Pflanze
13	„ „	12	7	„ „
14	„ „	12	7	„ „
15	„ „	16	8	„ „
16	„ „	17	4	„ „
17	„ „	12	6	„ „
18	„ „	8	3	„ „

Bei vorurteilsloser Betrachtung der Versuchsresultate gewann man die Überzeugung, daß die Exemplare von Centaurea montana aus Jura und Alpen in der Intensität der Infektion keine durchgreifenden Unterschiede zeigen, daß also dem Standort ein Einfluß auf die Empfänglichkeit der Nährpflanzen nicht beigemessen werden kann.

Wenn Verschiedenheit im Infektionserfolg zwischen den einzelnen Exemplaren vorlag, so geschah dies in dem Sinne, daß die jüngeren Exemplare, speziell solche mit zahlreichen jungen Blättern, sowohl die alpinen wie die jurassischen, im großen und ganzen etwas reichlicher befallen wurden wie die älteren. Hier war also das Alter der Blätter maßgebend, eine Erfahrung, welche bei Infektionsversuchen mit Basidiosporen immer gemacht werden kann.

Die folgenden Versuche sollen das Verhalten weiterer Centaureen-Spezies prüfen.

Versuchsreihe VI.

Sie wurde eingeleitet am 23. Mai 1902 mit Teleutosporenmaterial, das anfangs Mai bei La Tourne gesammelt worden war. Als Versuchs-

pflanzen dienten einige in diesem Jahre gezogene Sämlinge. Das Material wurde aufgetragen auf:

		Der Same stammt von:
No. 1.	*Centaurea Scabiosa var. alpestris*	Hamburg,
„ 2.	Cent. Scabiosa	„
„ 3.	Cent. Sadleriana	Leyden,
„ 4.	Cent. Collina	Karlsruhe,
„ 5.	Cent. rupestris	„
„ 6.	Cent. spinulosa	Leyden,
„ 7.	Cent. nigrescens	Hamburg,
„ 8.	*Cent. axillaris*	„
„ 9.	*Cent. montana*	ausgegraben im Oberland.

Objektträgerversuche überzeugten mich von der Keimfähigkeit der Teleutosporen.

Am 31. Mai und am 3. Juni wurden die Pflanzen durchmustert. Das Ergebnis war folgendes:

No. 1 (Cent. Scabiosa var. alpestris) besaß auf zwei Blättchen Spuren von Pykniden. Bei späterer Nachschau hatten sich indessen nicht weitere eingestellt; auch waren keine Aecidien aufgetreten.

No. 2 (Cent. Scabiosa) war und blieb dauernd gesund.
„ 3 (Cent. Sadleriana) id.
„ 4 (Cent. collina) „
„ 5 (Cent. rupestris) „
„ 6 (Cent. spinulosa) „
„ 7 (Cent. nigrescens) „
„ 8 (Cent. axillaris) hatte auf vier Blättchen vereinzelte Pykniden, denen später Aecidien folgten.

No. 9 (Cent. montana) besaß Pykniden, späterhin auch Aecidien.

In gleicher Absicht wie Reihe VI. wurde die folgende Versuchsreihe eingeleitet.

Versuchsreihe VII.

Dazu diente ein Teil des seinerzeit in La Tourne (Jura) gesammelten Materials. Am 16. Mai wurden damit beschickt:

		Der Same stammt von:
No. 1.	*Centaurea amara*	Leyden,
„ 2.	*Cent. Jacea*	Hamburg,
„ 3.	Cent. collina	Karlsruhe,
„ 4.	Cent. babylonica	Wien,
„ 5.	Cent. dealbata	„
„ 6.	Cent. alpina	„
„ 7.	Cent. orientalis	Montpellier,
„ 8.	Cent. nigrescens	Hamburg,
„ 9.	*Cent. axillaris*	„
„ 10.	Cent. Scabiosa	„
„ 11.	*Cent. montana*	im Sommer 1901 in La Tourne ausgegraben.

Bei der Kontrolle dieses Versuches am 27. Mai und am 2. Juni konnten folgende Ergebnisse registriert werden:

No. 1 (Cent. amara) besaß am 27. Mai auf einem Blättchen Pykniden, auf demselben am 2. Juni ein Aecidienlager, am 5. Juni hatten sich fünf solcher eingestellt.

No. 2 (Cent. Jacea) besaß am 2. Juni auf einem Blatt ein Aecidium.

No. 3—8 waren und blieben gesund.

No. 9 (Cent. axillaris) hatte am 27. Mai auf zwei Blättern Pykniden, denen am 2. Juni zwei Aecidienlager gefolgt waren.

No. 10 (Cent. Scabiosa) war und blieb pilzfrei.

No. 11 (Cent. montana) hatte am 2. Juni auf zwei Blättchen zahlreiche Aecidienlager.

Aus diesen zwei Versuchsreihen ist zu ersehen, daß Pucc. Caricis montanae die Aecidiengeneration auch zu bilden vermag auf Centaurea axillaris und auf Centaurea Jacea und eventuell auch auf Cent. Scabiosa var. alpestris. Daß sich auf dieser Pflanze Pykniden eingestellt haben, erscheint um so eigentümlicher, als unter den gleichen Bedingungen nicht auch die typische Centaurea Scabiosa (VII, 10) befallen worden ist.

Versuchsreihe VIII.

Eingeleitet am 27. Juni 1902. Dazu diente der Rest des anfangs Mai eingesammelten Teleutosporenmaterials. Objektträgerversuche ergaben, daß das Material noch die volle Keimkraft besaß. Es wurden damit folgende Pflanzen belegt:

		Der Same stammt von:
No.	1. Centaurea macrocephala	Leyden,
„	2—4. *Cent. melitensis*	Hamburg,
„	5 und 6. *Cent. nigrescens*	id.,
„	7. *Cent. Scabiosa var. albida*	„
„	8. Cent. Jacea	„
„	9 und 10. Cent. calcitrapa	„
„	11—13. *Cent. nigra*	„
„	14 und 15. *Cent. nigra*	Heidelberg,
„	16. Cent. Jacea	id.,
„	17. Cent. Scabiosa var. albida	Hamburg,
„	18. Cent. macrocephala	Leyden,
„	19. *Cent. Jacea*	Hamburg,
„	20. *Cent. Scabiosa var. albida*	id,
„	21. Cent. Calcitrapa	Heidelberg,
„	22. Cent. Jacea	id.,
„	23. Cent. Jacea	„
„	24. Cent. Scabiosa	Hamburg,
„	25. *Cent. nigra*	id.,
„	26. *Cent. montana*	ausgegraben im Jura 1901.

Am 5., 8. und 11. Juli wurden die Pflanzen durchgesehen und folgende Resultate notiert:

No. 1 (Cent. macrocephala) war und blieb gesund.

No. 2 (Cent. melitensis) hatte am 8. Juli auf einigen Blättchen Pykniden; am 11. Juli hatten sich Aecidien eingestellt.

No. 3 (Cent. melitensis) besaß um diese Zeit ebenfalls Pykniden, später einige Aecidien.

No. 4 (Cent. melitensis) hatte am 11. Juli auf zwei Blättern je ein Aecidienlager.

No. 5 (Cent. nigrescens) wies am 11. Juli auf einer Blattrippe ein kleines Aecidienlager auf.

No. 6 (Cent. nigrescens) war pilzfrei.

No. 7 (Cent. Scabiosa var. albida) besaß am 8. Juli auf einem Blatt verfärbte Flecken, später trat ein Aecidienlager auf.

No. 8, 9 und 10 waren pilzfrei.

No. 11 (Cent nigra) hatte auf einem Blatte ganz schwach entwickelte Aecidien.

No. 12 (Cent. nigra) besaß auf zwei Blättchen ganz schwache Pykniden.

No. 13 (Cent. nigra) war pilzfrei.

No. 14 (Cent. nigra) besaß auf einem Blatte ein ganz schwach entwickeltes Aecidium.

No. 15 (Cent. nigra) war pilzfrei.

No. 16 (Cent. Jacea) hatte am 8. Juli vorerst Pykniden, bei späterer Durchsicht sodann auf zwei Blättchen je ein Aecidienlager.

No. 17 (Cent. Scabiosa var. albida) war gesund.

No. 18 (Cent. macrocephala) war gesund.

No. 19 (Cent. Jacea) hatte vorerst auf einem Blättchen Pykniden, später traten auf zwei Blättchen Aecidien auf.

No. 20 (Cent. Scabiosa var. albida) besaß auf einem Blatte Pykniden; Aecidien konnte ich keine entdecken.

No. 21—24 (Cent. calcitrapa, Jacea und Scabiosa) waren gesund.

No. 25 (Cent. nigra) besaß auf einem Blatt ein Aecidienlager.

No. 26 (Cent. montana) besaß ebenfalls gut ausgebildete Aecidien.

Eine spätere Kontrolle förderte keine positiven Resultate mehr zu Tage. — Es ergibt sich also aus dieser Versuchsreihe, daß der Pilz seine Aecidiengeneration unter Umständen auch auszubilden vermag auf: Centaurea melitensis, nigrescens, Scabiosa var. albida, nigra und Jacea. — Infolge von Mangel an passendem Infektionsmaterial konnten leider die Untersuchungen nach dieser Seite hin nicht fortgesetzt werden, und so sind die zu Tage geförderten Resultate nicht so erhärtet, wie es im Interesse der Sache läge.

b) Versuche mit Aecidiosporen.

Versuchsreihe IX.

Eingeleitet am 22. Juni 1901. — Das hiezu verwendete Material waren aecidien-behaftete Blätter von Centaurea montana und wurden am 20. Juni bei Les Ponts gesammelt. Um diese Zeit war Centaurea montana dort sehr reichlich vom Pilze befallen. Das Material wurde auf die folgenden Pflanzen aufgelegt:

No. 1.	Carex silvatica	im Sommer 1901 bei Bern ausgegraben,
„ 2.	Carex panicea	von der eidg. Samenkontrollstation in Zürich bezogen,
„ 3.	C. dioica	
„ 4.	C. extensa	
„ 5.	*C. montana*	in der Nähe von Bern ausgegraben,
„ 6	*C. montana*	
„ 7.	C. silvatica	von der eidg. Samenkontrollstation in Zürich bezogen,
„ 8.	C. frigida	
„ 9.	C. alba	
„ 10.	C. arenaria	
„ 11.	C. verna	
„ 12.	C. verna	
„ 13.	C. arenaria	
„ 14.	C. extensa	
„ 15.	*C. montana*	in der Nähe von Bern ausgegraben,
„ 16.	C. panicea	von der Samenkontrollstation in Zürich bezogen,
„ 17.	C. dioica	
„ 18.	C. frigida	
„ 19—22.	*C. montana*	in der Nähe von Bern ausgegraben,
„ 23.	C. silvatica	id.,
„ 24—27.	*C. montana*	„
„ 28.	Carex panicea	von der Samenkontrollstation in Zürich bezogen,
„ 29.	C. dioica	
„ 30.	C. arenaria	
„ 31—36.	*C. montana*	in der Nähe Berns ausgegraben.

Am 25. und 26. Juni wurde die Infektion nochmals vorgenommen. Die Durchmusterung am 15. Juli förderte folgende Resultate zu Tage:

Sämtliche Carex montana trugen Uredopusteln. Zur genauen Kontrolle der Versuchspflanzen wurde Blatt um Blatt abgeschnitten und durchmustert. Ein positiver Erfolg konnte indessen auf den übrigen Spezies nicht wahrgenommen werden. Insbesondere sei hier hervorgehoben, daß auch Carex arenaria frei blieb. Demzufolge dürfte das zu Pucc. Caricis montanae gehörige Aecidium in keiner Beziehung stehen zu Pucc. arenariicola Plowr.

Versuchsreihe X.

Eingeleitet am 5. Juni 1902. — Das verwendete Material bildeten die in Versuchsreihe IV und V auf den Blättern von Cent. montana durch künstliche Infektion erzeugten Aecidien.

Es wurde auf folgende Pflanzen gebracht:

No. 1. Carex arenaria	von der Samenkontrollstation in Zürich bezogen,
„ 2. *C. leporina*	
„ 3. C. frigida	
„ 4. C. longifolia	
„ 5. C. ornithopoda	
„ 6. C. verna	
„ 7. C. muricata	
„ 8–11. *C. montana*	in der Umgebung von Bern ausgegraben, wo bisher das Aecidium nicht beobachtet worden ist.

Während der Monate Juni und Juli wurden die Pflanzen im Gewächshause aufgestellt. Bei der Durchsicht am 6. August konnten auf No. 8, 9 und 11 (Carex montana) vereinzelt stehende Uredolager konstatiert werden; die übrigen Pflanzen dagegen ließen noch kein positives Resultat erkennen. Zu Anfang September wurde nochmals Nachschau gehalten; auf No. 8, 9 und 11 kamen nunmehr Teleutosporenlager zu Gesicht. Dieselben stellten sich späterhin noch reichlicher ein.

No. 2 (Carex leporina) hatte ebenfalls einige Teleutosporenlager. Die mikroskopische Untersuchung stellte deren morphologische Übereinstimmung mit Pucc. Caricis montanae fest. Eine nochmalige, gegen Ende September vorgenommene Durchmusterung ergab bei den übrigen Spezies ein durchweg negatives Resultat. Somit läge ein zweiter Beweis vor, daß Pucc. arenariicola mit dem in Frage stehenden Aecidium in keiner Beziehung steht.

Versuchsreihe XI.

Sie wurde eingeleitet am 9. Juni 1902. — Das verwendete Aecidienmaterial, tags zuvor bei La Tourne (Neuenburg) gesammelt, wurde aufgelegt auf:

No. 1. Carex silvatica	bei Bern ausgegraben,
„ 2 und 3. *C. montana*	id.,
„ 4. C. frigida	von der Samenkontrollstation Zürich,
„ 5. *C. alba*	id.,
„ 6. C. silvatica	bei Bern ausgegraben,
„ 7. C. montana	id.,

No. 8. C. muricata
„ 9. C. panicea
„ 10. C. leporina
„ 11. C. ornithopoda
„ 12. C. frigida
„ 13. C. longifolia
„ 14 C. verna

} von der Samenkontrollstation Zürich.

Die Kontrolle der Versuchspflanzen erfolgte zum erstenmale am 6. August.

No. 1 (C. silvatica) war pilzfrei.
„ 2 (C. montana) zeigte noch kein positives Resultat.
„ 3 (C. montana) hatte einige ganz vereinzelte Uredolager.
„ 4 (C. frigida) war pilzfrei.
„ 5 (C. alba) hatte einzelne Uredopusteln.

Alle übrigen Pflanzen waren gänzlich gesund. Anfangs September wurde nochmals Nachschau gehalten; es konnte aber, mit Ausnahme von No. 3 (Carex montana), kein positives Resultat verzeichnet werden.

Diese Versuchsreihe zeigt, daß der Pilz vielleicht auch auf Carex alba zu leben im stande ist, doch daselbst nur seine Uredogeneration ausbilden kann.

Versuchsreihe XII.

Am 7. Juli 1902 wurden bei La Tourne nochmals aecidienbehaftete Blätter von Centaurea montana gesammelt. Andern Tags wurden dieselben auf folgende Pflanzen gebracht:

No. 1 und 2. *Carex montana* bei Bern ausgegraben,
„ 3. *Carex leporina*
„ 4. C. ornithopoda
„ 5. C. panicea
„ 6. C. arenaria
„ 7. C. longifolia
„ 8. C. arenaria

} von der Samenkontrollstation Zürich bezogen.

Bei der Durchmusterung der Versuchspflanzen am 4. September trugen No. 1 und 2 (Carex montana) Teleutosporen. Als später wieder nachgesehen wurde, konnten einzelne neuhinzugekommene Lager konstatiert werden.

No. 3 (Carex leporina) hatte mehrere Teleutosporenlager, welche mikroskopisch untersucht wurden. Die Teleutosporen stimmten morphologisch mit denjenigen von Puccinia Caricis montanae überein.

Zusammenfassung der Resultate.

Übersicht der Versuchsergebnisse.

Name der Versuchspflanze	Infektion mit Teleutosporen von Carex montana	Name der Versuchspflanze	Infektion mit Aecidiosporen von Centaurea montana
Centaurea montana	38 (38)	Carex montana	28 (25)
Cent. Scabiosa	12 (0)	Carex alba	2 (1)
Cent. Scabiosa var. albida	2 (2)	Carex leporina	2 (2)
Cent. Scab. var. alpestris	1 (1)	Carex frigida	5 (0)
Cent. nigrescens	4 (1)	Carex longifolia	3 (0)
Cent. Jacea	4 (3)	Carex arenaria	5 (0)
Cent. axillaris	2 (2)	Carex verna	4 (0)
Cent. melitensis	3 (3)	Carex muricata	2 (0)
Cent. amara	1 (1)	Carex ornithopoda	3 (0)
Cent. Sadleriana	1 (0)	Carex panicea	5 (0)
Cent. collina	2 (0)	Carex dioica	3 (0)
Cent. rupestris	1 (0)	Carex extensa	2 (0)
Cent. spinulosa	1 (0)	Carex silvatica	4 (0)
Cent. babylonica	1 (0)		
Cent. dealbata	1 (0)		
Cent. alpina	1 (0)		
Cent. orientalis	1 (0)		
Cent. macrocephala	2 (0)		
Cent. Calcitrapa	2 (0)		

Anmerkung. Die Ziffern, welche nicht in Klammern stehen, bedeuten die Zahl der verwendeten Versuchspflanzen, die dahinter stehenden eingeklammerten die Anzahl der Versuchspflanzen, welche mit positivem Erfolg aus der Infektion hervorgegangen sind.

Wir können die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen wie folgt zusammenfassen:

a) **Die Spezialisation von Puccinia Caricis montanae Ed. Fischer.**

Auf Grund der vorliegenden Kulturversuche sind wir berechtigt anzunehmen, daß Pucc. Caricis montanae in zwei spezialisierte Formen oder sog. Gewohnheitsrassen im Sinne von Magnus[1]) zerfällt. Beide Formen bilden ihre Teleutosporengenerationen auf Carex montana aus. Die eine erzeugt ihre Aecidien auf Centaurea montana, die andere auf Cent. Scabiosa. Indessen zeigen unsere Versuche, daß die erstere doch vereinzelt auf Cent. Scabiosa übergeht. Es dürften sich somit die Beobachtungen von Magnus als richtig erweisen, wenn er sagt:[2]) »Ich glaube, daß die aus den Aecidien

[1]) Magnus. Die systematische Unterscheidung nächstverwandter parasitischer Pilze auf Grund ihres biolog. Verhaltens. Hedwigia 1894. pag. 362 - 366.

[2]) Magnus. Botanisches Zentralblatt, 1895. Bd. LXIII. No. 2/3.

von Centaurea montana auf Carex montana erzogene Puccinia wirklich in Centaurea Scabiosa eingedrungen ist und das eingedrungene und ausgewachsene Mycel bis zur Spermogonienbildung vorgeschritten sei.«

Es ist also die Vermutung von Ed. Fischer[1]) bestätigt, daß hier zwei biologisch verschiedene Formen vorliegen.

Es bleibt noch übrig zu untersuchen, ob zwischen den beiden Formen auch morphologische Unterschiede bestehen. Es wurden zu diesem Zwecke die Teleutosporen, welche durch künstliche Infektion erhalten worden sind, mit denjenigen verglichen, welche s. Z. Ed. Fischer aus Reinkulturen erzogen hatte Eine größere Anzahl der Sporen wurde auf eventuelle Unterschiede hin untersucht. Ein Unterschied in bezug auf Form, Größe, Lage der Keimporen, Farbe u. s. w. konnte indessen nicht konstatiert werden.

b) Der Einfluſs des Standortes auf die Empfänglichkeit von Centaurea montana.

Durch die vorliegenden Untersuchungen konnte eine verschieden stark ausgeprägte Praedisposition der Versuchspflanzen nicht nachgewiesen werden, wenigstens insofern nicht, als dieselbe im Standort der Pflanzen begründet ist. Wohl machte ich hie und da die Beobachtung, daß einige Pflanzen stärker infiziert worden waren als andere und zwar besonders in denjenigen Versuchsreihen, welche ich im Sommer 1901 eingeleitet hatte. Damals schien sich die von Ed. Fischer (l. c. pag. 116) ausgesprochene Vermutung zu bestätigen, nämlich, daß ein und dieselbe Spezies von verschiedenen Standorten für eine Pilzform verschieden stark empfänglich sein könne. Ich glaubte zu jener Zeit beobachtet zu haben, daß die jurassische Centaurea montana etwas stärker befallen wurde, als wie die alpine. Allein die Kulturversuche vom Sommer 1902 bestätigten jene Beobachtungen in keiner Weise und so ließ ich jene Vermutung wieder fallen. — Es konnte ein Unterschied zu gunsten des einen oder andern Standortes nicht wahrgenommen werden.

c) Das Verhalten der Aecidiengeneration von Puccinia Caricis montanae gegenüber andern Centaurea-Arten.

Den gemachten Beobachtungen zufolge befällt diejenige Form von Pucc. Caricis montanae, welche ihre Aecidien auf Centaurea montana bildet, außer Centaurea montana noch mit Sicherheit: Centaurea Jacea und Centaurea nigra. In vorliegenden Versuchen wurden auch erfolgreich infiziert: Cent. Scabiosa var. albida und

---

[1]) Ed. Fischer. Beiträge zur Cryptogamenflora d. Schweiz. Bd. I. Heft 1. pag. 41.

Cent. Scabiosa var alpestris, Cent. axillaris, melitensis, nigrescens und amara. Inwieweit diese Arten aber als Nährpflanzen des Pilzes anzusehen sind, darüber müssen noch weitere Untersuchungen Aufschluß geben.

d) Das Verhalten verschiedener Carexarten gegenüber den auf Centaurea montana entstandenen Aecidiosporen.

Neben Carex montana wurde von den Aecidien der Puccinia Caricis montanae auf Centaurea montana erfolgreich infiziert: Carex alba. Indessen kam es hier nur zur Bildung von Uredosporen. E. Jacky hatte die gleiche Beobachtung auch gemacht, dieselbe aber bis jetzt noch nicht veröffentlicht. Wie aus dem Versuchsprotokoll, das er mir gütigst zur Verfügung gestellt hat, hervorgeht, kam es auch bei seinen Versuchen nie zur Teleutosporenbildung.

Aus diesen Versuchen können wir den Schluß ziehen, daß Pucc. Caricis montanae Ed. Fischer außer auf Carex montana auch auf Carex alba zu leben im stande ist.

In meinen Versuchen wurde auch Carex leporina erfolgreich infiziert; hier waren nun auch Teleutosporen nachzuweisen und es konnte deren Zugehörigkeit zu Pucc. Caricis montanae festgestellt werden. Allein, da keine Kontrollpflanzen von Carex leporina mehr zur Verfügung stunden, so konnte nicht mit Sicherheit bewiesen werden, daß der erzielte positive Erfolg auf die künstliche Infektion mit Aecidiosporen zurückzuführen sei. Es wäre auch möglich, daß die Teleutosporen von einer Fremdinfektion mit andern Aecidiosporen herrühren. Die Frage, ob Carex leporina wirklich eine Nährpflanze für Pucc. Caricis montanae ist, bedarf mithin noch einer weitern Prüfung.

Daß Carex arenaria nicht mit Erfolg besäet werden konnte, wurde in den Versuchsreihen IX, X und XII nachgewiesen. Das gleiche gilt von Carex muricata. In beiden Fällen ist die Zahl der Versuche zu klein, um eine Nichtidentität der Pucc. Caricis montanae Ed. Fischer mit Pucc. arenariicola Plowr. oder mit Pucc. tenuistipes Rostr. nachzuweisen.

Druck von C. Heinrich, Dresden.

17 DEC. 1923